

## การพัฒนาเตาอั้งโล่ดินดิบ โดยใช้ส่วนผสมดินเหนียวคลองขลุ่ย ทราายละเอียด แกลบดิบ สำหรับนำมาใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร

สฤณณ์ พรหมสายใจ<sup>1\*</sup> และ อนันต์ หยวักวัด<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

\*sarit\_741@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร 2) เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบดินเหนียวคลองขลุ่ย ทราายละเอียด แกลบดิบ ที่นำมาใช้สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ ใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร 3) เพื่อทดลองใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบท้องถิ่นดินเหนียวคลองขลุ่ย ทราายละเอียด แกลบดิบ ที่นำมาใช้สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และ ผู้ใช้เตาอั้งโล่ จำนวน 15 คน รวมจำนวน 20 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม เครื่องบดดิน เครื่องวัดการหาค่าความแข็งแรง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าการหาค่าความแข็งแรง ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงมาตรฐาน

### ผลจากการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ในครัวเรือน จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 20 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยระดับความต้องการคุณสมบัติของวัตถุดิบ ที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}$  4.39, S.D. 0.52) โดยใช้ดินเหนียวคลองขลุ่ย ที่มีสารประกอบทางเคมี มากสุด ได้แก่ ซิลิกา (silica)  $\text{SiO}_2$  ร้อยละ 53.06 อลูมินา (alumina)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 27.01 เฟอริกออกไซด์ (ferric oxide)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 13.79 โพแทสเซียมออกไซด์ (potassium oxide)  $\text{K}_2\text{O}$  ร้อยละ 3.81 ไททาเนีย (titania)  $\text{TiO}_2$  ร้อยละ 2.34 จำนวน 5 สูตร ไปทดลองเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพสำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สูตรที่ 2 ที่มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้ เป็นส่วนผสม ได้แก่ ดินเหนียวร้อยละ 70 ทราายละเอียด ร้อยละ 20 แกลบดิบ ร้อยละ 10

**คำสำคัญ:** การพัฒนา เตาถ่านอั้งโล่ ดินดิบ อัตราส่วนผสม



## Development of raw clay brazier Using a mixture of Khlong Khlung clay, fine sand, raw rice husks for use in the household in Kamphaeng Phet Province

Sarit Promsaijai<sup>1\*</sup> and Anan Yuakwat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

\*sarit\_741@hotmail.com

### Abstract

The purpose of this research is 1) To study household charcoal grill users in Kamphaeng Phet Province. 2) To analyze the properties of the raw materials of Khlong Khlung clay, fine sand, raw rice husk used for the construction of raw clay brazier. household use Kamphaeng Phet Province. 3) To experiment with the mixture of local raw materials, Khlong Khlung clay, fine sand, and raw rice husks used for creating a raw clay brazier. used in households in the province of Kamphaeng Phet. research sources namely expert 5 people and brazier user 15 people total 20 people by selecting a specific sample research tools namely questionnaire, soil grinder, strength determination meter Statistics used in data analysis were percentage, shrinkage, strength, mean, standard deviation.

#### results of research

The results of the analysis of household users of braziers Kamphaeng Phet Province, 20 people found There is an average level of demand for the properties of raw materials. used to make raw clay brazier at a high level ( $\bar{X}$  4.39, S.D. 0.52) by using Klong Khlung clay soil The most abundant chemical compounds are: namely silica  $\text{SiO}_2$  53.06 % alumina)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  27.01 % ferric oxide) 13.79 % potassium oxide)  $\text{K}_2\text{O}$  3.81 % titania  $\text{TiO}_2$  2.34 % Amount of 5 formulas to experiment to find out the physical properties for creating a raw clay brazier. Formula 2 that is suitable for use as an ingredient namely Clay 70% fine sand 20 % rice husk 10 %

**Keywords:** Development, Brazier, Raw Soil, Ratio

#### บทนำ

เป็นสภาพการณ์ด้านเศรษฐกิจสังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ.2563 ถึงปัจจุบันนี้ ทำให้สภาพความเป็นอยู่ของประชาชนทั่วประเทศไทยทุกระดับอาชีพ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวันมากขึ้น ทั้งทางด้านเครื่องอุปโภคและบริโภค ส่งผลกระทบต่อประชาชนที่มีรายได้น้อย อันเนื่องมาจากการแพร่เชื้อระบาดของโรคโควิด -19 ทั่วโลก จึงมีผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ของประเทศไทย รัฐบาลได้กำหนดแนวทางนโยบาย มาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรค -19 ได้อย่างเข้มแข็ง และทุกฝ่ายก็ให้ความร่วมมือป้องกัน เพื่อไม่ให้โรคแพร่ระบาดไปในวงกว้าง นับว่าประชาชนให้ความร่วมมือกันเป็นอย่างดี เพื่อเป็นการฟื้นฟูเศรษฐกิจประเทศไทยให้กลับสู่สภาวะปกติ ต่อไป

ด้วยเหตุผลนี้จำเป็นต้องช่วยกันพัฒนาระดับชุมชนท้องถิ่นให้รู้จัก คำว่า ประหยัด จึงได้ศึกษาคิดค้นคว้า วิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสร้างงาน สร้างรายได้ โดยเฉพาะการใช้พลังงานทดแทน ในระดับชุมชนท้องถิ่น จำนวน 11 อำเภอ ในจังหวัดกำแพงเพชร เพื่อลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า หันมาใช้เตาฟืน เตาถ่าน หรือ เตาอั้งโล่ ที่มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้งานในครัวเรือนได้อย่างมีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพทันต่อเหตุการณ์สภาพปัจจุบัน จากการสัมภาษณ์ [1] เป็นผู้ผลิตเตาอั้งโล่ เตาถ่านเศรษฐกิจ เพื่อการจำหน่าย นับว่าเป็นปราชญ์ที่มีประสบการณ์ ด้านความรู้ ความสามารถ มามากกว่า 15 ปี ที่ได้ผลิตเตาถ่านขายมาจนถึงปัจจุบันนี้ และปัญหาที่เกิดขึ้นระดับชุมชนท้องถิ่นมีความต้องการที่จะทำเตา ซึ่งยังขาดความรู้ ความเข้าใจ วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเตาโดยเฉพาะสารประกอบทางเคมี และทางกายภาพที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้งาน ตลอดจนการใช้ทักษะ กระบวนการผลิตเตาถ่าน และสิ่งสำคัญการทำเตาถ่านที่ผลิตขึ้นมา จะต้องทำการเผาซึ่งเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่าย เชื้อเพลิง นับว่าเตาเผาถ่านอั้งโล่ดินดิบที่ผลิตขึ้นมา จะสามารถแก้ปัญหาเรื่องลดขั้นตอนการเผาได้ และยังคงต้นทุน กระบวนการผลิต ให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยลง อันเนื่องมาจากประชาชนชนมีรายได้ไม่น้อย ที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารมากขึ้น จึงได้คิดหาแนวทางพัฒนานวัตกรรมเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบแบบประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องเผา แต่สามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ ตลอดจนยังนำความรู้ ทักษะ กระบวนการไปประกอบอาชีพเพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัว ต่อไป

ดังนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาแก้ปัญหาในระดับชุมชนท้องถิ่น โดยนำเอาวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น ประเภทดินเหนียว แกลบดิบ ทรายละเอียด ในจังหวัดกำแพงเพชร มาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ให้มีความเหมาะสม เพื่อนำมาพัฒนานวัตกรรมเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สำหรับใช้ในครัวเรือน จึงได้กำหนดแนวทางพัฒนาวางแผนดำเนินการสร้างนวัตกรรมนี้ เพื่อตอบโจทย์ความต้องการระดับชุมชนท้องถิ่น ในจังหวัดกำแพงเพชร ตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ดังนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร
2. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบดินเหนียวโคลงขลุ้ง ทรายละเอียด แกลบดิบ ที่นำมาใช้สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร
3. เพื่อทดลองใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบท้องถิ่นดินเหนียวโคลงขลุ้ง ทรายละเอียด แกลบดิบ ที่นำมาใช้สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. จำนวนผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ดินดิบจะมีความต้องการอยู่ในระดับมาก
2. วัตถุดิบที่นำมาใช้สำหรับทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบจะมีความเหมาะสมดี
3. สูตรการทดลองที่ได้ จะมีความเหมาะสมสำหรับทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

#### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมวัตถุดิบ สำหรับนำมาใช้ในการสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สำหรับใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร
2. จะทราบ และรู้คุณสมบัติ และอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ นำมาใช้ในครัวเรือนในจังหวัดกำแพงเพชร
3. จะเป็นแนวทางในการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สำหรับนำมาใช้ในครัวเรือนในจังหวัดกำแพงเพชร มากขึ้น



4. จะเป็นแนวทางส่งเสริมการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สำหรับนำมาใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร ที่สร้างรายได้ ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงได้เป็นอย่างดี

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สำหรับนำมาใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร มีดังนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์ ด้านเซรามิกส์ ด้านการวิจัย ด้านการวัดผลและประเมินผล สำหรับประเมินเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัย และผู้จำหน่ายเตาถ่านอั้งโล่ ผู้ประกอบการและผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ ในจังหวัดกำแพงเพชร

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านเซรามิกส์ จำนวน 2 คน ด้านการวิจัย จำนวน 1 คน ด้านการวัดผลและประเมินผล จำนวน 1 คน ผู้จำหน่ายเตาถ่านอั้งโล่และผู้ประกอบการ จำนวน 5 คนและผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ ในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 10 คน รวม จำนวน 20 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

#### ตัวแปรที่ศึกษา

1. คุณสมบัติทางกายภาพดินเหนียว ได้แก่ ดินเหนียวอำเภอลองขลุ้ง (แบบเจาะจง) ที่นำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ จะต้องมีความเหนียว มีสิ่งเจือปนน้อย เนื้อดินมีความละเอียด ง่ายต่อการนำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

2. คุณสมบัติทางกายภาพทราย นำมาจากแม่น้ำปิง อำเภอมืองกำแพงเพชร ในจังหวัดกำแพงเพชร

3. คุณสมบัติทางกายภาพแกลบดิบ ได้มาจากการสีข้าว ที่ผ่านจากโรงสีข้าวมาแล้ว จึงนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ (แกลบดิบที่ทิ้งไว้ประมาณ 6-12 เดือน จะได้ผลดีมาก เนื่องจากการนำมาใช้แกลบดิบจะไม่คมทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการขึ้นรูปได้ คือ เนื้อดินหดตัวมากเกินไปส่งผลทำให้ดินแตกได้)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือ เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ จำนวน 1 ฉบับ

โดยสร้างเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ โดยกำหนดออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่ามี 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีดังนี้

1. ศึกษาแบบสอบถาม
2. การร่างแบบสอบถาม
3. การนำเสนอร่างแบบสอบถาม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา จำนวน 5 ท่าน
4. การนำแบบสอบถามนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. การนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง โดยเลือกข้อที่มีค่าเฉลี่ย .50 สำหรับข้อที่ใช้ได้มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 -1.00 ขึ้นไป

6. การนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง

7. การดำเนินการจัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

1. การทำบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ออกหนังสือรับรอง จากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การนำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การนำแบบสอบถามทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเอาผลทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยตัวเอง ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียด มีดังนี้

1. ข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ และการหาค่าร้อยละ

2. ข้อมูลเกี่ยวกับเกี่ยวกับเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ เป็นแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ

**ขั้นตอนที่ 2 เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบดินเหนียวคลองขลุง ทรายละเอียด แกลบดิบ ที่นำมาใช้สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ ใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร**

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ วัตถุดิบดินเหนียวทั่ว ๆ ไป ในจังหวัดกำแพงเพชร

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วัตถุดิบดินเหนียวคลองขลุง อำเภอลองขลุง ในจังหวัดกำแพงเพชร โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. คุณสมบัติลักษณะของทางกายภาพของดินคลองขลุง จะมีเม็ดดินหรือผงดินที่มีความละเอียดโดยการผ่านการบด และผ่านการกรองด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช และที่สำคัญจะต้องมีความเหนียว ไม่มีสิ่งเจือปนน้อย เนื้อดินมีความละเอียดง่ายต่อการนำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบได้

2. คุณสมบัติทางกายภาพสามารถนำมาขึ้นรูปเตาถ่านอั้งโล่ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometry โดยผู้เชี่ยวชาญของศูนย์เครื่องเคลือบดินเผา

อำเภอลองขลุง จังหวัดลำปาง มีขั้นตอนก่อนการนำดินไปวิเคราะห์ มีดังนี้

1. คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ สารประกอบในดินคลองขลุง

2. การนำดินแต่ละแหล่งมาตากแห้งให้สนิท หรืออบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

3. การนำดินที่แห้งแล้วไปตำหรือไปบดให้เป็นผงละเอียดโดยผ่านร่อนด้วยตะแกรงขนาดเบอร์ 80 เมช

4. การนำดินผงละเอียดเข้า เครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometry โดยการวิเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

5. การนำผลจากการวิเคราะห์มาจัดเรียงความสำคัญจากมากไปหาน้อยสุด



### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือแนะนำตัวออกจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อให้ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เพื่อขอความอนุเคราะห์วัตถุบหรือตัวอย่างดินเหนียวดินโคลงขลุ้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดลำดับสารประกอบทางเคมีโดยเรียงจากสารประกอบมากที่สุดมาหาน้อยสุด
2. การนำผลที่ได้มาสรุปในรูปตารางใหม่ของดินโคลงขลุ้ง
3. การรายงานผลการวิเคราะห์แหล่งดินโคลงขลุ้ง

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ

ขั้นตอนที่ 3 เพื่อทดลองใช้ส่วนผสมของวัตถุบที่ท้องถิ่นดินเหนียวโคลงขลุ้ง ทรายละเอียด แกลบดิบ ที่นำมาใช้สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ วัตถุบที่นำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ คือ ดินเหนียวทรายละเอียด แกลบดิบ  
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วัตถุบดินเหนียวโคลงขลุ้ง ทรายละเอียด และแกลบดิบ ได้นำมาในอำเภอคลองขลุ้ง จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นส่วนผสมคิดคำนวณเป็นร้อยละจำนวน 5 สูตร โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. คุณสมบัติทางกายภาพดินเหนียว ได้แก่ ดินเหนียวอำเภอคลองขลุ้ง (แบบเจาะจง) ที่นำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ จะต้องมีความเหนียว มีสิ่งเจือปนน้อย เนื้อดินมีความละเอียด ง่ายต่อการนำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ
2. คุณสมบัติทางกายภาพทราย ได้้นำมาจากแม่น้ำปิง อำเภอคลองขลุ้ง ในจังหวัดกำแพงเพชร
3. คุณสมบัติทางกายภาพแกลบดิบ ได้มาจากการสีข้าว ที่ผ่านจากโรงสีข้าวมาแล้ว จึงนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ (แกลบดิบที่ทิ้งไว้ประมาณ 6-12 เดือน จะได้ผลดีมาก เนื่องจากการนำมาใช้แกลบดิบจะไม่คมทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการขึ้นรูปได้ คือ เนื้อดินหดตัวมากเกินไปส่งผลทำให้ดินแตกได้)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. เตาเผาไฟฟ้า
2. เครื่องชั่งระบบไฟฟ้าชนิดละเอียด 2 จุดทศนิยม โดยชั่งวัตถุบมีหน่วยเป็นกรัม
3. ตะแกรงร่อนขนาดวัตถุบ ขนาด 80 เมช และ 100 เมช
4. ชิ้นงานทดลอง ที่มีขนาดความกว้าง ความยาวและความหนา 1.5 X 1.5 X 0.5 นิ้ว จำนวน 15 แผ่น
5. ชันน้ำ ถังน้ำ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุบ สำหรับนำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีดังนี้

1. เตรียมวัตถุบ ดินเหนียวโคลงขลุ้ง ทรายละเอียด แกลบดิบ สำหรับนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ
2. เครื่องบดดินให้มีขนาดเล็กและเป็นผงละเอียด โดยการกรร่อนด้วยตะแกรงขนาดเบอร์ 60 เมช ก่อนนำไปใช้งาน
3. ทรายละเอียดที่ผ่านการร่อนมาแล้ว ถ้ายังไม่ผ่านควรร่อนด้วยตะแกรงขนาดเบอร์ 60 เมช ทุกครั้งก่อนนำไปใช้งาน
4. แกลบดิบ ควรใช้แกลบที่มาจากอายุประมาณ 6-12 ปี หลังจากการสีข้าวแล้ว เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากแกลบดิบจะมีความคม และถ้านำไปใช้งานเลยเนื้อดินปั้นที่นำมาผสมกันจะไม่ค่อยเข้ากันดี และสิ่งสำคัญจะเนื้อดินจะ

หดตัวมากเกินไป ส่งผลทำให้รูปทรงเตาที่ผลิตขึ้นมาใช้งานจะไม่มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร เพราะทำให้รูปทรงมีความพรุนตัวสูงมากเกินไป

5. เครื่องการหาค่าความแข็งแรง ใช้สำหรับการวัดดินแห้งทดลองเพื่อหาค่าความแข็งแรงที่เหมาะสมที่สุด

6. เครื่องการหาค่าการดูดซึมน้ำ เพื่อต้องการวัดสูตรดินที่นำมาทดลองของแต่ละสูตรว่ามีร้อยละของการดูดซึมน้ำน้อยที่เหมาะสม

7. ชั้นน้ำ ถังน้ำ กะละมัง นำมาใช้ใส่วัตถุดิบ ทดลองตามสูตรที่กำหนดไว้

8. ตะแกรงร่อนขนาดเบอร์ 60 เมช ใช้สำหรับร่อนวัตถุดิบ จำนวน 3 ชนิด เพื่อแยกขนาดของดินตามที่ต้องการ

9. เครื่องชั่งใช้สำหรับชั่งวัตถุดิบตามสูตรที่คำนวณไว้ จำนวน 5 สูตร

10. จากนั้นนำวัตถุดิบจำนวน 3 ชนิด ไปให้ที่ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เสนอแนะใน การทำสูตรส่วนผสมที่นำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีดังนี้

11. การเตรียมวัตถุดิบ จำนวน 3 ชนิด มานำมาชั่งให้ได้ตามสูตรที่คำนวณไว้ จำนวน 5 สูตร

12. จากนั้นนำเอาส่วนผสมทั้งหมดมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยการนำน้ำที่เตรียมไว้มาชั่งให้ได้จำนวน ร้อยละ 20-30 จากนั้นใช้มือที่เราถนัดกวนผสมคลุกเคล้าพร้อมกับนวดดินไปมาให้เป็นเนื้อเดียวกัน

13. นวดดินได้แล้วนำมาใส่ลงในแบบพิมพ์ทดลองให้เต็ม จากนั้นนำไม้บรรทัดผิวดินที่เป็นส่วนเกินออกให้เสมอเท่ากับแบบพิมพ์ให้เรียบ

14. จากนั้นจึงนำเอาแม่พิมพ์ที่กดได้ออกจากแบบพิมพ์ จะได้แม่พิมพ์ทดลองเท่ากับขนาดแบบพิมพ์ ได้แก่ ขนาดหนา 1 เซนติเมตร ความกว้าง 1 เซนติเมตร ความสูงขนาด 1 เซนติเมตร ความยาวขนาด 12 เซนติเมตร จำนวน 5 สูตร จากนั้นไปวางไว้บนชั้น เพื่อบริเวณที่แห้งทดลองหมาดและแห้ง

15. การนำแม่พิมพ์ทดลอง จำนวน 5 สูตร ไปคำนวณวิเคราะห์สูตรหาค่าทางกายภาพต่อไป

16. จากนั้นนำแม่พิมพ์ทดลอง จำนวน 5 สูตร ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเซรามิกส์ ด้านวัสดุศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ด้านเคมี ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทำการวิเคราะห์สูตรหาค่าทางกายภาพ ต่อไป

17. สรุปผลการวัดทางกายภาพของแต่ละสูตร ต้องการสูตรที่มีความเหมาะสมมากที่สุดก่อนนำไปใช้งานทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ ต่อไป

18. ขั้นตอนการขึ้นรูปเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีดังนี้

18.1. การเตรียมดิน เครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

18.2. ทรายที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในการเตรียมเนื้อดินปั้น เพื่อนำมาใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

18.3. แกลบริด ที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมการทำเนื้อดินปั้นสำหรับทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

18.4. การนำเอาดินเหนียวคลองขลุ่ย ร้อยละ 50 ทรายละเอียด ร้อยละ 20 แกลบริด ร้อยละ 30

ตามอัตราส่วนผสม

18.5. ได้เนื้อดินปั้นที่ผ่านการผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว เป็นเนื้อดินปั้นแล้ว นำมาใส่ภาชนะพร้อมนำมาปั้นลงในแบบพิมพ์เตาที่ทำด้วยสังกะสี (ต้นแบบที่ใช้ มีขนาดความกว้างขนาดของปาก 24 เซนติเมตร ความสูงลำตัว 21 เซนติเมตร และความกว้างของก้น 16 เซนติเมตร) ขั้นตอนนี้ต้องตัดสังกะสีเพื่อทำปล่องปากรูปทรง (เสื่อเตา) เพื่อทำปล่องระบายอากาศที่มีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร ให้เกิดการเผาไหม้ที่ดี ต่อไป

18.6. จากนั้นใช้มือที่เราถนัดนำดินมาปั้นฐานให้ได้ความหนาของก้น ประมาณ 3 เซนติเมตร และนำเนื้อดินมาใส่ลงในแบบตั้งชั้นล่าง ขึ้นมาเรื่อยๆ จนเต็มถึงขอบกระถางด้านบน เสร็จแล้วปล่อยให้เนื้อดินหมาด หรือให้ดินเกิดการคงรูป ก่อนนำมาตกแต่งให้ได้ความหนาบาง ที่ใกล้เคียงกันต่อไป

18.10. ทำการตกแต่งพื้นผิวด้านในของรูปทรงเตาที่ปั้นได้ให้มีความสวยงาม ก่อนนำเอาลึนอั้งโล่ หรือรังผึ้งที่ขึ้นรูปทรงไว้ จากนั้นมาใส่ลงในเตาอั้งโล่ดินดิบ ต่อไป

18.11. การปล่อยทิ้งไว้ให้เนื้อดินหมาดของรูปทรงเตาที่สร้างได้ จากนั้นนำไปใช้งานได้เลย ที่เหมือกับเตาถ่านทั่วไป หรือ เตาอั้งโล่ที่มีจำหน่ายตามร้านค้า โดยทั่ว ๆ ไป เป็นต้น

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแท่งดินทดลอง จำนวน 5 สูตร ที่ขึ้นรูปทรงเป็นแท่งสี่เหลี่ยมเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการหดตัว ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าความแข็งแรง จากนั้นจดบันทึกไว้เป็นข้อมูลนำเอาผลที่ได้มาคำนวณ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลรายงานผล ต่อไป

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัย ได้นำเอาผลแท่งดินทดลอง จากการเก็บข้อมูลไว้มาทำการวิเคราะห์ ที่ได้จดบันทึก เพื่อหาค่าทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการหดตัวดินดิบ ค่าความแข็งแรง และค่าดูดซึมน้ำ หรือค่าความพรุนตัว



(ก). ดินเหนียวคลองขลุข



(ข). ทรายละเอียด



(ค). แกลบดิบ

ภาพที่ 1 ลักษณะวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเตาอั้งโล่ดินดิบ จำนวน 3 ชนิด

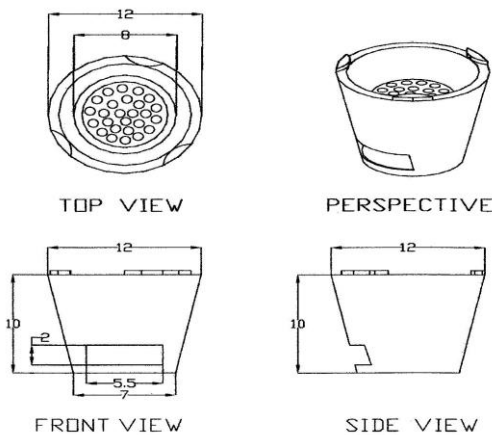


ภาพที่ 2 ลักษณะแท่งทดลองที่ผ่านการวัดทางกายภาพ สูตรที่ 1-5



ภาพที่ 3 ลักษณะเนื้อดินปั้นที่นำไปทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ





ภาพที่ 4 รูปแบบแปลนเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

ภาพที่ 5 เตาถ่านอั้งโล่ดินดิบพร้อมใช้งาน

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ย, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าการหดตัว, ค่าการดูดซึมน้ำ, ค่าความแข็งแรง

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยการนำเอาเนื้อดินเหนียวคลองขลุง ทรายละเอียด และเกลบดิบ ในจังหวัดกำแพงเพชร นำมาสร้างนวัตกรรมทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ รายงานผลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

**ตอนที่ 1** ผลจากการวิเคราะห์ผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 20 คน เพศหญิงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 เพศชาย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 อายุ 41-50 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 อายุ 50 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 30 อายุ 30-40 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับปริญญาตรี หรือสูงกว่าปริญญา จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 ระดับการศึกษาประถมศึกษา จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 25 ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ผู้ใช้เตาถ่าน 5 ปี ขึ้นไป จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ส่วนประสบการณ์การใช้เตาถ่าน 5 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ที่มีความต้องการคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านดินดิบ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน จำนวน 5 ข้อ ระดับความต้องการมากที่สุด ได้แก่ วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบมีความเหมาะสม ( $\bar{X}=4.70$ , S.D. = 0.46) และรองลงมาตามลำดับระดับความต้องการมากที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการคลุกเคล้าผสมวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบมีความเหมาะสม ( $\bar{X}=4.65$ , S.D. = 0.48) น้ำหนักเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบมีความเหมาะสม ( $\bar{X}=4.40$ , S.D. = 0.49) คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ ( $\bar{X}=4.39$ , S.D. = 0.52) เตาถ่านอั้งโล่ดินดิบมีความแข็งแรงมีความเหมาะสม ( $\bar{X}=4.10$ , S.D. = 0.62) และเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบที่ทำเสร็จแล้วมีความเคลื่อนย้ายได้สะดวก ( $\bar{X}=4.10$ , S.D. = 0.54)

**ตอนที่ 2** ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติวัตถุดิบประเภทดินเหนียวคลองขลุง เกลบดิบ ทรายละเอียด สำหรับสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร



ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีดินเหนียวคลองขลุ้ง

ลำดับที่	ชื่อภาษาไทยและทางเคมี	สูตรทางเคมี	ค่าร้อยละ
1	ซิลิกา (silica)	SiO <sub>2</sub>	53.06
2	อลูมินา (alumina)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.01
3	เฟอร์ริกออกไซด์ (ferric oxide)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.79
4	โพแทสเซียมออกไซด์ (potassium oxide)	K <sub>2</sub> O	3.81
5	ไททานีย (titania)	TiO <sub>2</sub>	2.34

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า ผลจากการวิเคราะห์ทางเคมี ดินเหนียวคลองขลุ้ง อำเภอคลองขลุ้ง จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า ซิลิกา (silica) SiO<sub>2</sub> ร้อยละ 53.06 อลูมินา (alumina) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ร้อยละ 27.01 เฟอร์ริกออกไซด์ (ferric oxide) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ร้อยละ 13.79 โพแทสเซียมออกไซด์ (potassium oxide) K<sub>2</sub>O ร้อยละ 3.81 ไททานีย (titania) TiO<sub>2</sub> ร้อยละ 2.34

ตอนที่ 3 ผลจากการวิเคราะห์ทดลองใช้ส่วนผสมวัตถุดิบท้องถิ่น ดินเหนียวคลองขลุ้ง ทรายละเอียด แกลบดิบ สำหรับทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของวัตถุดิบสร้างเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

สูตรที่	ส่วนผสมของสูตร				ผลการศึกษา		
	ดินคลองขลุ้ง	ทรายละเอียด	แกลบดิบ	รวม	ค่าการหดตัว	ค่าการดูดซึมน้ำ	ค่าความแข็งแรง (กก./ตร.ซม.)
1	80	10	10	100	5	8	21.00
2	70	20	10	100	5	9	21.50
3	60	30	10	100	5	9.5	20.00
4	55	40	10	100	5.23	10	18.00
5	40	50	10	100	5.23	10	17.50

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้ จำนวน 5 สูตร ได้แก่ สูตรที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ สูตรที่ 2 มีอัตราส่วนผสม ได้แก่ ดินเหนียวร้อยละ 70 ทรายละเอียด ร้อยละ 20 แกลบดิบร้อยละ 10 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 5 ค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 9 และค่าความแข็งแรง 21.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

### อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาอัตราส่วนผสมดินเหนียว ทรายละเอียด และแกลบดิบ ในจังหวัดกำแพงเพชร เป็นวัตถุดิบหลักในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ สำหรับนำมาใช้ในครัวเรือน

จากวัตถุประสงค์ และสมมุติฐานข้อที่ 1 จากผู้ที่ตอบแบบสอบถาม จำนวน 20 คน ที่มีผู้ใช้เตาอั้งโล่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มีความต้องการที่ใช้ในการทำเตาถ่าน พบว่า วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ ความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  4.70, S.D. = 0.46) รองลงมาตามลำดับระดับความต้องการมากที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการคลุกเคล้าส่วนผสมวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีความเหมาะสม  $\bar{X}$  4.65 S.D. = 0.48 น้ำหนักเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีความเหมาะสม  $\bar{X}$  4.40, S.D. = 0.49 อยู่ในระดับมาก เตาถ่านอั้งโล่ดินดิบมีความแข็งแรง ที่เหมาะสม

$\bar{X}$  4.10, S.D. = 0.62 อยู่ในระดับมาก และเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบที่สร้างเสร็จแล้วมีความเคลื่อนย้ายได้สะดวก  $\bar{X}$  4.10, S.D. = 0.54 ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ [4] ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาเตาถ่าน โดยใช้ส่วนผสมของดินเหนียว ขี้เถ้าบด หวายละเอียด สำหรับชุมชนท้องถิ่นในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มีอายุ 41-50 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี หรือ สูงกว่า จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ประสบการณ์ในการขึ้นรูปงานประติมากรรม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 และพิจารณาเป็นหลายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความสะดวกในการติดตั้ง น้ำหนักที่เหมาะสม มีความคงทนแข็งแรงและผสมผสานกันของวัตถุดิบ มีค่า ( $\mu$  = 4.95) รองลงมา ได้แก่ ความยาก -ง่าย ในการขึ้นรูป ความคงรูป ไม่บิดเบี้ยว ไม่ฉีกขาด มีค่า ( $\mu$  = 4.90)

**จากวัตถุประสงค์ และสมมุติฐานข้อที่ 2** พบว่า ดินเหนียวคลองขลุง อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร มีซิลิกา (silica)  $\text{SiO}_2$  ร้อยละ 53.06 อลูมินา (alumina)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 27.01 เฟอร์ริกออกไซด์ (ferric oxide)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 13.79 โพแทสเซียมออกไซด์ (potassium oxide)  $\text{K}_2\text{O}$  ร้อยละ 3.81 ไททานี (titania)  $\text{TiO}_2$  ร้อยละ 2.34 ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิเคราะห์เนื้อดินเหนียวพรานกระต่ายโดย [2] พบว่า ผลการวิเคราะห์ผลเนื้อดินเหนียวพรานกระต่าย อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร มีสารประกอบทางเคมี ได้แก่ ซิลิกา (silica)  $\text{SiO}_2$  ร้อยละ 95.80 อลูมินา (alumina)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 1.70 เฟอร์ริกออกไซด์ (ferric oxide)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 0.47 โพแทสเซียมออกไซด์ (potassium oxide)  $\text{K}_2\text{O}$  ร้อยละ 0.47 ไทเทเนียมออกไซด์ (titanium oxide)  $\text{TiO}_2$  ร้อยละ 0.22 และแคลเซียมออกไซด์ (calcium oxide)  $\text{CaO}$  ร้อยละ 0.14 ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (sulfur trioxide)  $\text{SO}_3$  ร้อยละ 0.12 แมกนีเซียม (magnesia oxide)  $\text{MgO}$  ร้อยละ 0.01 โซเดียมออกไซด์ (sodium oxide)  $\text{Na}_2\text{O}$  ร้อยละ 0.01 และการเผาไหม้ (loss on ignition) LOI ร้อยละ 0.95

**จากวัตถุประสงค์ และสมมุติฐานข้อที่ 3** พบว่า การทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้ จำนวน 5 สูตร พบว่า สูตรที่ 1 ค่าการหดตัว คิดเป็นค่าร้อยละ 5.00 ค่าการดูดซึมน้ำ คิดเป็นค่าร้อยละ 8 และค่าความแข็งแรง = 21.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูตรที่ 2 ค่าการหดตัว คิดเป็นค่าร้อยละ 5.00 ค่าการดูดซึมน้ำ คิดเป็นค่าร้อยละ 9 และค่าความแข็งแรง = 21.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูตรที่ 3 ค่าการหดตัว คิดเป็นค่าร้อยละ 5.00 ค่าการดูดซึมน้ำ คิดเป็นค่าร้อยละ 9.5 และค่าความแข็งแรง = 20.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูตรที่ 4 ค่าการหดตัว คิดเป็นค่าร้อยละ 5.23 ค่าการดูดซึมน้ำ คิดเป็นค่าร้อยละ 10 และค่าความแข็งแรง = 18.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูตรที่ 5 ค่าการหดตัว คิดเป็นค่าร้อยละ 5.23 ค่าการดูดซึมน้ำ คิดเป็นค่าร้อยละ 10 และค่าความแข็งแรง = 17.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และอภิปรายโดยภาพรวม สูตรที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ สูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมดินเหนียวร้อยละ 70 หวายละเอียด ร้อยละ 20 แกลบดิบร้อยละ 10 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 5.00 ค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 9 และค่าความแข็งแรง 21.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ [3] ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาส่วนผสมของเนื้อดินปั้น โดยใช้แหล่งดินบ้านหนองห้วยาง เพื่อทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ พบว่า สูตรที่ 17 ประกอบด้วยส่วนผสมของบ้านหนองห้วยาง ร้อยละ 30 หวาย ร้อยละ 20 ดินขาวระนอง ร้อยละ 50 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 11.08 มีค่าความแข็งแรง 190.30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 1.27 เพื่อทำการผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปด้วยวิธีปั้นหมุนและขึ้นรูปด้วยใบมีด ซึ่งสามารถขึ้นรูปได้ทั้งสองวิธี

## สรุปผล

ผลจากการวิเคราะห์ผู้ใช้เตาถ่านอั้งโล่ในครัวเรือน จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 20 คน เพศหญิง มากกว่าเพศชาย คิดเป็นค่าร้อยละ 60 มีความต้องการคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ในครัวเรือน จำนวน 5 ข้อ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ระดับความต้องการวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีค่า ( $\bar{X}$  4.39, S.D. 0.52) โดยใช้ดินเหนียวคลองขลุงมาทดลอง ซึ่งมีสารประกอบทางเคมีมากที่สุด ได้แก่ ซิลิกา (silica)  $\text{SiO}_2$  ร้อยละ 53.06 รองลงมา ได้แก่ อลูมินา (alumina)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 27.01 และ เฟอร์ริกออกไซด์ (ferric oxide)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ร้อยละ 13.79 จากนั้นนำสูตรที่คำนวณ



ไว้ จำนวน 5 สูตร มาทำการทดลอง หาค่าคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า สูตรที่ 2 ได้แก่ ดินเหนียว ร้อยละ 70 ทรายละเอียด ร้อยละ 20 แกลบดิบ ร้อยละ 10 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 5 ค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 9 และค่าความแข็งแรง 21.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

### องค์ความรู้ใหม่และผลที่เกิดขึ้นต่อสังคม ชุมชน ท้องถิ่น บุคคล หน่วยงาน

ผลจากการทดลองวิจัยนี้ ได้ศึกษาความต้องการระดับชุมชนท้องถิ่น ในจังหวัดกำแพงเพชร มีดังนี้

1. ประชาชนในระดับชุมชนท้องถิ่น มีความรู้ มีความเข้าใจ สารประกอบทางเคมีดินเหนียว ที่นำมาใช้ทำเตาถ่านอั้งโล่ ดินดิบ
2. ประชาชนในระดับชุมชนท้องถิ่นได้เข้าใจการใช้สูตรส่วนผสมวัสดุดิบ ตลอดจนสามารถใช้ทักษะในการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบได้
3. ประชาชนในระดับชุมชนท้องถิ่น ที่ได้รับอบรมมีความรู้สูงขึ้น และสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี ได้รู้จักช่วยเหลือกันอย่างเป็นระบบ และมีระเบียบ มีวินัยในการทำงานก่อนและหลังได้ดีขึ้น
4. รู้ระบบขั้นตอนการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบมากขึ้น และรู้วิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้
5. รู้วิธีการบำรุงดูแลรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ได้
6. ประชาชนในระดับชุมชนท้องถิ่นที่มีอบรมเรียนรู้ สามารถนำกระบวนการครั้งนี้ไปพัฒนาต่อยอดทำเป็นอาชีพเสริม และอาชีพหลัก เพื่อสร้างรายได้อีกทางเลือกหนึ่ง ได้เป็นอย่างดี
7. ระดับชุมชนท้องถิ่นได้นวัตกรรมที่เกิดจากองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้วัสดุดิบท้องถิ่นเป็นต้นทุนในกระบวนการผลิตเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ
8. เป็นการสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับครัวเรือน ได้เป็นอย่างดี
9. สามารถคิดวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการผลิตเพื่อนำไปจำหน่ายได้ โดยใช้วิธีการคำนวณวัสดุดิบต้นทุน ค่าแรงในการทำ และบวกค่าดำเนินการอีก ร้อยละ 20-30
10. เป็นเตาที่ลดต้นทุนกระบวนการผลิตโดยไม่ต้องเผาสามารถนำไปใช้งานได้เลย
11. เป็นเตาที่มีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากที่มีขายในตลาด เพราะได้ทำการทดลองการใช้เชื้อเพลิงจำนวนเท่ากันสามารถให้เปลวไฟ และระยะเวลาในการใช้เชื้อเพลิงไม่แตกต่างกัน
12. เตานี้มีจุดเด่น คือ สามารถซ่อมแซมได้ง่าย ราคาไม่แพง วัสดุดิบสามารถหาได้ในท้องถิ่นได้อย่างสะดวก

### การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้นำไปทดลองสำหรับการอบรมเชิงปฏิบัติการ กลุ่มที่สนใจ อำเภอขลุงคลอง จังหวัดกำแพงเพชร ที่ได้แสดงความคิดเห็นและตอบแบบสอบถามจำนวน 3 ด้าน โดยเรียงจากมากมาหาน้อย พบว่า ระดับด้านลักษณะวัสดุที่ใช้เตาถ่านอั้งโล่ดินดิบระดับมากที่สุด มีค่า ( $\bar{X} = 4.61, S.D. 0.42$ ) รองลงมา คือ ด้านคุณลักษณะของเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีค่า ( $\bar{X} = 4.33, S.D. 0.53$ ) และระดับด้านลักษณะการใช้งานเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีค่า ( $\bar{X} = 4.13, S.D. 0.48$ ) อยู่ในระดับมาก สรุปทั้งจำนวน 3 ด้าน มีค่า ( $\bar{X} = 4.35, S.D. 0.48$ ) ส่งผลทำให้ระดับชุมชนท้องถิ่นกลุ่มเป้าหมายนี้ สามารถนำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบไปใช้งานได้จริงทุกคน และหวังว่างานวิจัยนี้ จะนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนต่าง ๆ ของอำเภอใกล้เคียงและกลุ่มผู้สนใจ ในจังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดใกล้เคียงได้เป็นอย่างดี ต่อไป



ภาพที่ 6 แสดงการจัดกิจกรรม การอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดเทคโนโลยี เตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะจากสิ่งที่พบระหว่างทำการวิจัย มีดังนี้

1. การใช้ส่วนผสมผสมให้เข้ากัน เพราะจะทำให้การเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ มีความแข็งแรง ที่ดีขึ้น
2. ควรใช้ส่วนอื่น ๆ มาทดแทน เช่น ไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ วัสดุต่าง ๆ เป็นต้น
3. ควรปรับปรุงรูปแบบเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบให้มีความหลากหลายทางเลือกให้มากขึ้น ต่อความต้องการของตลาด

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป มีดังนี้

1. ควรศึกษาคุณสมบัติแหล่งดินที่มีอยู่ในจังหวัดกำแพงเพชร ที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่นนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการทำเตาอื่น ๆ ให้มากขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริมการทำเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบขึ้นมาใช้เองในครัวเรือน
2. ควรศึกษาขั้นตอนวิธีการขึ้นรูปให้ทันสมัย เพื่อให้เป็นระบบอุตสาหกรรมในครัวเรือนแบบยั่งยืน ต่อไป
3. ควรทำการประชาสัมพันธ์การใช้เตาอั้งโล่ดินดิบ โดยวิธีทางเลือกที่หลากหลาย เพื่อเป็นการสนับสนุนการสร้างเตาอั้งโล่ดินดิบสำหรับชุมชนท้องถิ่น จะได้มีรายได้ต่อการผลิตเตาถ่านอั้งโล่ดินดิบ ต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาอั้งโล่ดินดิบ โดยใช้ส่วนผสมดินเหนียวโคลงขลุ้ง ทรายละเอียด แกลบดิบสำหรับนำมาใช้ในครัวเรือน ในจังหวัดกำแพงเพชร ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่ได้พิจารณาตรวจสอบเครื่องมือ และวิเคราะห์ผลการทดลอง และขอขอบคุณผู้ให้ทุนอุดหนุน ได้แก่ คุณพ่อ – คุณแม่ คุณครู – อาจารย์ และชุมชนท้องถิ่น 11 อำเภอ ในจังหวัดกำแพงเพชร ที่ได้ให้ความสนใจ ร่วมด้วยช่วยกันพัฒนาวัสดุนี้ขึ้นมาเพื่อสร้างงาน สร้างรายได้ ให้เกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ใช้สำหรับในครัวเรือน สถานประกอบการร้านอาหาร เป็นต้น และขอขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ จนทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ทุกประการ

### เอกสารอ้างอิง

- [1]. Wiroj Boonthor. (2021 March 9). Stove manufacturers sell 241/3 Village No. 3, Kosamphi Subdistrict, Kosamphi Nakhon District. Kamphaeng Phet Province. Interview. (In Thai)
- [2]. Science Service Center, Chiang Mai University. (2018). Science Service Center, Chiang Mai University. (Science-CMU). Chiang Mai: Chiang Mai University. (In Thai)



- [3]. Pianpin Korwutthipong. (2017). Development of clay mixture using Ban Nong Hua Yang soil source to make stoneware products. Phitsanulok: Pibulsongkram Rajabhat University
- [4]. Anan Yuakwat. (2021). Charcoal stove development using a mixture of clay, rice husk, and fine sand for the local community In Engkosamphi Nakhon District Kamphaeng Phet Province. Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University. (In Thai)